

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## Vorrichtung und Verfahren zum Verbinden der Stirnseiten von Teilen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Verbinden der Stirnseiten von Teilen mit großer Längserstreckung durch Reibschweißen. Insbesondere befasst sich die Erfindung mit einer Vorrichtung und einem Verfahren zum achsfluchtenden Verbinden von Schienen und dergleichen durch Reibschweißen.

Ein Fügen durch Schweißen ist nach DIN 1910 dadurch gekennzeichnet, dass der Zusammenhalt der Teile durch Stoff-Vereinigung unter Anwendung von Wärme und/oder Kraft erzielt wird. Die Trennfuge zwischen den Werkstücken wird durch metallische Bindung ihrer Werkstoffe beseitigt.

Beim Reibschweißen werden die zu verbindenden Flächen der Werkstücke oder Teile unter Druck relativ zueinander bewegt und durch die Reibung die Flächenbereiche erwärmt, worauf ein aneinander Anstellen bzw. Anpressen der Teile bei metallischer Bindung derselben erfolgt.

Mittels Reibschweißens können überwiegend rotationssymmetrische Form aufweisende Teile miteinander verbunden oder an Werkstücken angebracht werden, wobei mindestens ein Teil um seine Achse gedreht, also relativ zum gegenüberliegenden bewegt und an ein weiteres Teil oder ein Werkstück unter Druck angestellt wird. Durch die an den Anstellflächen freiwerdende Reibungswärme erfolgt ein Aufwärmen der Flächenbereiche auf eine Temperatur, bei welcher der Teil-Werkstoff zu erweichen beginnt. Die eigentliche Verschweißung ergibt sich bei Ruhigstellung der/des Teile(s) und einem verstärkten Andrücken der Anstellflächen, einem sogenannten Stauchschlag, zum Erstellen einer sicheren metallischen Verbindung der Werkstoffe.

Reibschweißverbindungen und Einrichtungen zu deren Erstellung können für besondere Werkstoffe und ein wenig zeitaufwendiges Fügen von kleinen oder gedrungenen Teilen große Bedeutung und Wirtschaftlichkeit besitzen, bei Stäben und dergleichen mit großer Längserstreckung ist jedoch eine Drehbewegung

derselben zur Reibungserwärmung der Verbindungsbereiche oft nur mit größtem Aufwand in vielen Fällen auch nur theoretisch möglich.

Insbesondere bei Langstäben mit profiliertem Querschnitt, wie beispielsweise Fahrschienen oder Profilträger, erscheint ein achsfluchtendes Fügen mit Ausrichtung des Querschnittsprofils durch Reibschweißen nicht wirtschaftlich und nicht mit einer erforderlichen Verbindungsgüte herstellbar.

Aus der DE 198 07 457 A1 ist ein Verfahren zum Verbinden von Eisenbahnschienen durch Reibschweißen bekannt geworden, bei welchem ein Zwischenstück zwischen den zu verbindenden Schienenenden linear oder orbital oszillierend bewegt wird. Die beiden Schienenenden werden dabei in Schienenlängsrichtung zueinander an das Zwischenstück gepresst, um die zum Schweißen notwendige Wärme durch Reibenergie auf beiden Kontaktflächen zwischen je einem der Schienenenden und je einer Schnittfläche des Zwischenstückes aufzubringen.

Aus einer derartigen aufwendig herzustellenden Schienenverbindung resultieren jedoch jeweils zwei Schweißübergänge, die eine Vermehrung möglicher, gegebenenfalls umfangreich zu erprobender Schwachstellen ergeben. Weiters können eine Temperaturführung im Verbindungsbereich beim Reibschweißen und auch anlagentechnische Funktionsabläufe erschwert gütegesichert gesteuert werden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zu Grunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welcher lange Stäbe mit profiliertem Querschnitt, wie Schienen, bei einer Gleisfertigung, durch Reibschweißen miteinander verbunden werden können, wobei eine achsfluchtende Ausrichtung und eine querschnittskonforme, hochwertige, metallische Verbindung der Teile erreichbar ist.

Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Angabe eines gattungsgemäßen Verfahrens zum Reibschweißen von Stäben, insbesondere von Schienen, mit welchem ein vollfächiges, homogenes, querschnittskonformes, metallisches Verbinden der Enden mit hoher Güte des Verbindungsbereiches erreicht werden kann.

Die gestellte Aufgabe wird nach der Erfindung bei einer gattungsgemäßen Einrichtung dadurch gelöst, dass die Reibschweißvorrichtung aneinander anstellbare Spannmittel für die Teilenden aufweist und mindestens ein Spannmittel relativ zum gegenüberliegenden, parallel zur Teilquerschnittsebene achsabweichend bewegbar, sowie Teil-achsfluchtend bewegungsfrei positionierbar ist.

Die mit der Erfindung erreichten Vorteile sind im Wesentlichen darin zu sehen, dass die für ein Reibschweißen der Teile mit hoher Güte erforderlichen Funktionen präzise gesteuert einstellbar sind. Es können somit querschnittskonforme Reibschweißverbindungen von beispielsweise Schienen erstellt werden, wobei lediglich ein leicht entfernbarer seitlicher Wulst von geringem Ausmaß im Schweißbereich gebildet wird.

Wenn, wie nach der Erfindung vorgesehen sein kann, zumindest ein Spannmittel kreisend um die Verbindungsachse bewegbar ist, kann ein günstiges homogenes Anwärmen der Teilenden über den gesamten Querschnittsbereich erfolgen.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist es von Vorteil, wenn beide Spannmittel mit einem jeweils gegenüberliegenden Abstand zur Verbindungsachse gleichsinnig kreisend um diese bewegbar sind. Diese Ausführungsform der Vorrichtung ermöglicht einerseits eine homogene Erwärmung des vorgesehenen Verbindungsbereichs der Teile durch Reibung bei maschinentechnisch günstigen und weitgehend erschütterungsfreien Bewegungsabläufen, andererseits ist eine umgehende bewegungsfreie achsfluchtende Positionierung der Teilenden für den eigentlichen Verbindungsvorgang durch Wegfall der Auslenkung vorteilhaft möglich.

Sowohl hinsichtlich einer möglichst erschütterungsfreien Bewegung als auch einer kurzfristigen Verstellmöglichkeit der zu verschweißenden Teilenden wegen ist es günstig, wenn zur Bewegung und zur achsfluchtenden Ruhestellung eines Spannmittels ein antreibbares und in der Drehachsabweichung einstellbares Exzentermittel vorgesehen ist.

Ein besonderer Vorteil in Verbindung mit den Bewegungsabläufen wird erreicht,

wenn je Spannmittel mit diesem wirkverbunden zwei antreibbare Exzentermittel vorgesehen sind.

In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher die gegenüberliegenden Spannmittel jeweils durch einstellbare, auf einer Welle positionierten Exzentermittel antreibbar oder bewegungsfrei stellbar sind, wobei eine, vorzugsweise gegengerichtete, Drehachsabweichung und eine achsfluchtende Ausrichtung der Teilenden durch eine, insbesondere simultan wirkende Steuerung der Exzentermittel vorgesehen ist, weist nicht nur steuerungstechnische Vorteile auf, sondern ermöglicht auch wirtschaftlich und verfahrenstechnisch eine günstige Bauweise.

Das weitere Ziel der Erfindung wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Teilenden mit planen achsnormalen Querschnittsflächen versehen werden und nachfolgend in einem Aufheisschritt die zu verbindenden Querschnittsflächen aneinander angedrückt und zumindestens ein Teilende relativ zum gegenüberliegenden achsabweichend bewegt und derart die Stimbereiche auf eine erhöhte Temperatur bzw. Verbindungstemperatur gebracht werden, worauf eine achsfluchtende Ausrichtung der Teile bei Bewegungsfreistellung derselben erfolgt und der Schweißbereich zur vollflächigen metallischen Bindung der Teilenden unter erhöhten Druck gesetzt wird.

Die Vorteile eines derart durchgeführten Schweißverfahrens liegen hauptsächlich darin, dass die Reibbewegung ohne Rotation der Teile erfolgt und daher keine hohen Massenkräfte bei einer Bewegungsänderung derselben entstehen.

Zumindest ein Teilende wird dabei unter Anpressdruck relativ zum gegenüberliegenden in einer Richtung, die in der Querschnittsebene liegt, oszillierend bewegt. Nach Erreichen der Verbindungsparameter an den Reibflächen sind zur endseitigen Bewegungsfreistellung der Teile lediglich geringe Kräfte erforderlich, um eine querschnittskonforme Positionierung derselben vorzunehmen.

Wird in günstiger Weise zur Reibungserwärmung ein Teilende bei elastischer Biegung des Teilendenbereiches in der Querschnittsebene bewegt, so führen oder helfen zumindest die Rückstellkräfte dazu, eine achsfluchtende Ausrichtung der

Teile für den Stauchschlag einzurichten, wobei derart eine einzige hochwertige metallische Bindung erreicht werden kann.

Für einen weitgehend erschütterungsfreien Bewegungsablauf hat sich als günstig erwiesen, wenn zur Temperaturerhöhung bzw. zur Einstellung der Verbindungstemperatur der Stirnflächenbereiche der Teile zumindest ein Teilende kreisend bewegt wird.

Wenn in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung zur Temperaturerhöhung der Stirnbereiche der Teile die Teilenden unter Druckbeaufschlagung mit einem jeweils zur Ausrichtungs- bzw. zur Verbindungsachse gegenüberliegenden Abstand um diese gleichsinnig kreisend bewegt werden, können höchst wirkungsvoll bei weiters reduzierten Erschütterungen im System vollflächig gute Schweißverbindungen erstellt und die jeweiligen Bewegungen der Teilendenbereiche verringert werden. Damit sind auch die verfahrenstechnischen Aufwendungen für eine Bewegungsfreistellung der Teilenden reduziert.

Für eine im Verbindungsprozess vorgesehene achsfluchtende Ausrichtung von Teilen mit besonderen Querschnittsformaten, gefolgt von einem Verschweißen mit höchster Güte kann es vorteilhaft sein, wenn nach der unter aneinander Andrücken der Querschnittsflächen und achsabweichenden Bewegung der Teilenden zu deren Erwärmung die Andrückkraft verringert, eine Achsausrichtung der Teile durchgeführt und darauffolgend ein erhöhter Anpressdruck zur metallischen Verbindung derselben aufgebaut wird.

Teile, wie Schienen aus härtbaren Stählen und Legierungen, können bei einer Verbindungserstellung durch Reibschweißen im Schweißstoß und/oder in der wärmebeeinflussten Zone Bereiche mit ungünstiger, spröder Mikrostruktur aufweisen. Diese Struktur, zum Beispiel Martensitstruktur, bildet sich aus, wenn während der Schweißung der Werkstoff austenitisiert, das heißt in eine kubisch-flächenzentrierte Atomstruktur übergeführt wird und nach der Verbindung der Teile die Abkühlungsgeschwindigkeit, insbesondere eine Wärmeableitung in den

Teil, so groß ist, dass die Gefügeumwandlung schlagartig diffusionslos erfolgt.  
Gemäß der Erfindung kann dieser Nachteil dadurch überwunden werden, dass vor dem Aufheizschritt eine Vorwärmung der Stirnflächenbereiche der Teilenden erfolgt.

Mit besonderem Vorteil kann eine Vorwärmung der Stirnflächenbereiche der Teilenden durch relative Bewegung derselben zueinander mit verringertem Anstelldruck erfolgen, wobei dabei in günstiger Weise einerseits die Schweißeinrichtung für die Teilendenerwärmung genutzt und eine Oxidation der Schweißflächen verhindert werden kann.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand einer ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Figur zeigt schematisch eine Reibschweißeinrichtung A.

Für zu verbindende Teile 1,1' sind Spannmittel 2,2' vorgesehen, welche durch Klemmteile 21,21' lösbar mit den Teilenden 11,11' verbunden sind. Die Spannmittel 2,2' sind mit mindestens jeweils einem einstellbaren Exzentermittel 3,3', welche mittels einer Welle 41 durch einen Motor 4 oder dergleichen antreibbar sind, wirkverbunden, wobei durch eine Steuerung 31,31' der Exzentermittel 3,3' ein Ausmaß an Exzentrizität einstellbar ist.

Werden nun über eine Welle 41 die Exzentermittel 3,3' durch einen Motor 4 drehend angetrieben und durch Steuermittel 31,31', deren Exzentrizität richtungsungleich, insbesondere gegengerichtet eingestellt, so erfolgt in Richtung zu den zu verschweißenden Teilenden 11,11' hin ein ungleiches, insbesondere gegengerichtetes Oszillieren der jeweiligen Exzenteroberflächen. Die Exzentermittel 3,3' stehen jedoch gegebenenfalls über Lager 5,5' mit den Spannmitteln 2,2' in Wirkverbindung, sodass diese, und in der Folge die in diesen eingespannten Teilenden 11,11', relativ zueinander bewegt werden. Eine weitere Lagerung (nicht dargestellt) der Spannmittel 2,2' kann durch Loslager oder durch gegebenenfalls mit gleicher Winkelgeschwindigkeit angetriebene Exzentermittel erfolgen. Bei einer Durchführung eines Reibschweißverfahrens werden zu verbindende Teile

1,1' mit deren Teilenden 11,11' mit achsnormal planen Querschnittsflächen 12,12' in Spannmittel 2,2' durch Klemmteile 21,21' eingespannt und mit einer Kraft bzw. Gegenkraft  $+x_1, -x_1$  aneinander angestellt. An den Teilquerschnittsflächen 12,12' erfolgt bei Wirkung einer Anstellkraft eine Relativ- bzw. Reibbewegung zwischen den gegenüberliegenden Teilenden 11,11' durch eine ungleiche achsabweichende Bewegung der Spannmittel 2,2'. Eine derartige Relativbewegung der Spannmittel 2,2' wird durch eine ungleiche Einstellung der Exzentrizität der mit diesen wirkverbundenen Exzentermittel 3, die auf einer Welle 41 vor einem Motor 4 angetrieben werden, verursacht.

Eine Relativbewegung bei Anstellung der Querschnittsflächen 12,12' aneinander setzt Reibungswärme frei, die die Querschnittsflächenbereiche auf eine Verbindungstemperatur anwärmt. Nach Erreichen einer derartigen Temperatur erfolgt durch eine Steuerung 31,31' unmittelbar und gleichzeitig eine Aufhebung der Exzentrizität der Exzentermittel 3,3', dadurch eine achsial ausgerichtete Bewegungsfreistellung der Teilenden mit einer nachgeordneten Druckbeaufschlagung  $+x_2, -x_2$  der Querschnittsflächen 12,12'.

Nach einer Abkühlung der gebildeten Schweißzone der Teile, gegebenenfalls mit einer durch eine Vorwärmung der Teilenden 11,11' bewirkten verringerten Abkühlgeschwindigkeit zur Einstellung besonderer Materialeigenschaften in diesem Bereich, kann eine durch eine letzte Druckbeaufschlagung bzw. einen Stauchschlag bewirkte Materialausquetschung mechanisch abgetragen und so eine profilkonforme Verbindung erstellt werden.

#### CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

The present application claims priority under 35 U.S.C. § 119 of Austrian Patent Application No. A 455/2003 filed March 21, 2003, the disclosure of which is expressly incorporated by reference herein in its entirety.



## Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Verbinden der Stirnseiten von Teilen (1,1') mit großer Längserstreckung, insbesondere von Stäben mit profiliertem Querschnitt, wie Schienen und dergleichen, durch Reibschweißen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reibschweißvorrichtung (A) aneinander anstellbare Spannmittel (2,2') für die Teilenden (11,11') aufweist und mindestens ein Spannmittel relativ zum gegenüberliegenden parallel zur Teilquerschnittsebene (12,12') achsabweichend bewegbar, sowie Teil-achsfluchtend bewegungsfrei positionierbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Spannmittel kreisend um die Verbindungsachse (X) bewegbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass beide Spannmittel (2,2') mit einem jeweils gegenüberliegenden Abstand zur Verbindungsachse (X) gleichsinnig kreisend um diese bewegbar sind.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Bewegung und zur achsfluchtenden Ruhestellung eines Spannmittels (2,2') ein antreibbares und in der Drehachsabweichung einstellbares Exzentermittel (3,3') vorgesehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass je Spannmittel (2) mit diesem wirkverbunden zwei antreibbare Exzentermittel (3) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gegenüberliegenden Spannmittel (2,2') jeweils durch einstellbare, auf einer Welle (4) positionierten Exzentermittel (3,3') antreibbar oder bewegungsfrei stellbar sind, wobei eine, vorzugsweise gegengerichtete, Drehachsabweichung und eine achsfluchtende Ausrichtung der Teilenden (11,11') durch eine, insbesondere simultan wirkende, Steuerung (31,31') der Exzentermittel vorgesehen ist.

7. Verfahren zum Verbinden von Teilen (1,1') mit großer Längserstreckung, insbesondere von Stäben mit profiliertem Querschnitt, wie Schienen oder dergleichen, durch Reibschweißen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Teilenden (11,11') mit planen achsnormalen Querschnittsflächen (12,12') versehen werden und nachfolgend in einem Aufheisschritt die zu verbindenden Querschnittsflächen (12,12') aneinander angedrückt und zumindestens ein Teilende relativ zum gegenüberliegenden achsabweichend bewegt und derart die Stirnbereiche auf eine erhöhte Temperatur bzw. Verbindungstemperatur gebracht werden, worauf eine achsfluchtende Ausrichtung der Teile (1,1') bei Bewegungsfreistellung derselben erfolgt und der Schweißbereich zur vollflächigen metallischen Bindung der Teilenden (11,11') unter erhöhten Druck gesetzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Temperaturerhöhung bzw. zur Einstellung der Verbindungstemperatur der Stirnflächenbereiche der Teile (1,1') zumindest ein Teilende (11,11') kreisend bewegt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Temperaturerhöhung der Stirnbereiche der Teile, die Teilenden mit einem jeweils zur Ausrichtungs- bzw. zur Verbindungsachse (X) gegenüberliegenden Abstand um diese gleichsinnig kreisend bewegt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der unter aneinander Andrücken der Querschnittsflächen und achsabweichenden Bewegung der Teilenden zu deren Erwärmung die Andrückkraft verringert, eine Achsausrichtung der Teile durchgeführt und darauffolgend ein erhöhter Anpressdruck zur metallischen Verbindung derselben aufgebaut wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass vor dem Aufheisschritt eine Vorwärmung der Stirnflächenbereiche der Teilenden erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vorwärmung der Stirnflächenbereiche der Teilenden durch relative Bewegung derselben mit verringertem Anstelldruck erfolgt.

## Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zum achsfluchtenden Verbinden von Langteilen, insbesondere Schienen, durch Reibschweißen.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Reibschweißvorrichtung (A) aneinander anstellbare Spannmittel (2,2') für die Teilenden (11,11') aufweist und mindestens ein Spannmittel relativ zum gegenüberliegenden parallel zur Teilquerschnittsebene (12,12') achsabweichend bewegbar, sowie Teil-achsfluchtend bewegungsfrei positionierbar ist.

Das Verfahren gemäß der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass in einem Aufheizschritt die zu verbindenden Querschnittsflächen (12,12') der Teilenden (11,11') aneinander angedrückt und zumindestens ein Teilende relativ zum gegenüberliegenden achsabweichend bewegt und derart die Stirnbereiche auf eine erhöhte Temperatur gebracht werden, worauf eine achsfluchtende Ausrichtung der Teile (1,1') bei Bewegungsfreistellung derselben erfolgt und der Schweißbereich zur vollflächigen metallischen Bindung der Teilenden (11,11') unter erhöhten Druck gesetzt wird.